



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**ATIVIDADES PRÁTICAS COMO RECURSOS FACILITADORES
NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

RAPHAEL FERNANDES ARAUJO

ORIENTADOR: FRANCO DE SALLES PORTO

Planaltina - DF

Dezembro 2013



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**ATIVIDADES PRÁTICAS COMO RECURSOS FACILITADORES
NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

RAPHAEL FERNANDES ARAUJO

ORIENTADOR: FRANCO DE SALLES PORTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Prof(a). Franco de Salles Porto.

Planaltina - DF

Dezembro 2013

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu Deus;

À minha família, por me dar abrigo e suporte nesse período de graduação;

À Dayane Ellis Carvalho de Paula, por estar sempre presente nos momentos marcantes da minha vida;

Aos amigos que entraram comigo e os que foram conhecidos durante o curso: Jhonatan Castro, Anderson Diego, Valéria Soares, Pâmella Rosa, Rodrigo Alves, Rodrigo Nunes, Antônia Adriana, Samara Anjos e tantos outros, agradeço pelo apoio e companheirismo;

Ao professor Paulo Brito, por me dar suporte e capacitação para o exercício da profissão, além de uma ampla visão de universo, por meio do projeto Escola nas Estrelas;

Ao professor Franco de Salles, pelo auxílio neste trabalho de conclusão na parte final do curso;

Aos alunos do ensino médio que se disponibilizaram para a realização da pesquisa;

A todos que participaram indiretamente da minha jornada durante os quatro anos de graduação.

ATIVIDADES PRÁTICAS COMO RECURSOS FACILITADORES NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA

Raphael Fernandes Araujo

RESUMO

O presente trabalho é resultado de uma intervenção didática feita com alunos do ensino médio, que se baseia na hipótese de que atividades práticas, aliadas a mediações interativas, se configuram como estratégias metodológicas eficientes no ensino e aprendizagem em física. Com isso, houve a aplicação de um minicurso, onde foram abordados alguns temas de física, usando como ferramenta didática três atividades experimentais realizadas com materiais de baixo custo. Tal método foi escolhido com o objetivo de propiciar uma aprendizagem significativa aos alunos. Os resultados da pesquisa apontam para uma mudança favorável nos conceitos dos participantes frente a tais conteúdos, sendo assim as atividades praticas, aliadas a uma abordagem interativa e lúdica, se configuram como um recurso facilitador na aprendizagem de alguns conceitos de física.

Palavras-chave: ensino de física; atividades práticas; atividade experimental; aprendizagem significativa.

1. INTRODUÇÃO

O dito “ensino tradicional” ainda é a única opção para muitos professores da educação básica. Consiste basicamente em um conjunto de informações simplesmente transmitidas de professor para aluno, que faz o papel de mero receptor dessas informações, assim, na maioria das vezes, os conhecimentos não são absorvidos, apenas memorizados e, muitas vezes, esquecidos posteriormente, não resultando em um aprendizado significativo (BATISTA; FAUSINATO; BLINI, 2009).

Esse tipo de ensino pouco contribui para o alcance das propostas feitas pelo PCN:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 2000, p. 22).

Percebe-se que no ensino médio, em muitos casos, o ensino de física tem-se realizado mediante apresentação de conceitos, leis e fórmulas que não se articulam e não oferecem nenhum significado aos alunos, privilegia a teoria e ignora o desenvolvimento gradual da abstração, insiste na metodologia maçante de resolução de exercícios, apresenta uma lista extensa de conteúdos e o conhecimento como um produto acabado feito por mentes brilhantes (BRASIL, 2000). Isso tem reflexo negativo para o aluno, que não vê estímulo nesse tipo de aula e acabam julgando a física como uma disciplina difícil e desinteressante.

Algumas propostas formuladas para possíveis soluções desse problema indicam o desenvolvimento de uma educação voltada para a participação do estudante (ARAÚJO; ABIB, 2003). A interação pode ajudar no estímulo para o desenvolvimento intelectual e aprendizagem do aluno. Trocas de influências recíprocas, experiência ativa entre pessoa e objeto são atividades interativas. Assim se o aluno manipula ou exerce alguma ação sobre

objetos, está interagindo com o mesmo. Com isso o interesse pela atividade surge devido ao aspecto afetivo, que é a motivação para tal atividade (MAITAITLAND, 2000. apud PORTO; ZIMMERMANN, 2010).

Desse modo, na óptica da manipulação do objeto, o uso de atividades práticas ou experimentais é apontado tanto por professores quanto por alunos como uma ferramenta frutífera para se aprender e ensinar física de modo significativo (ARAÚJO; ABIB, 2003). Porém, constata-se que no cotidiano escolar, principalmente em nível médio, essas atividades experimentais são raramente utilizadas por varias razões. Laburú *et al* (2007), fundamentado também em outros autores, cita as principais:

Ao estudar esse comportamento recalcitrante, investigações apontam como justificativas os seguintes fatores: indisponibilidade ou qualidade de material, excessivo número de alunos em sala de aula, formação precária dos professores, pouca bibliografia para orientá-los, restrições institucionais, como falta de tempo para as aulas, disponibilidade da sala de laboratório estar à disposição quando se precisa (Tsai 2003: 855), ausência de horário específico na programação, necessidade de laboratorista, inexistência de programação e articulação entre atividades experimentais com o curso (RICHOUX & BEAUFILS 2003; GARCIA et al. 1995), falta de atividades preparadas, ausência de tempo para o professor planejar e montar suas atividades, carência de recurso para a compra e substituição de equipamentos e de materiais de reposição (Borges 2000; Pessoa et al. 1985). (p. 306).

Apesar disso, tem-se percebido que o ensino por experimentos, quando de fato ocorre nas escolas, tem sido trabalhado de forma a impressionar o aluno, onde ele apenas admira e não faz nenhuma ligação do conteúdo do laboratório com o de sala de aula (BARBOSA, 1999). Outro fator que contribui para essa desconexão é a forma “roteirista prévia” de se trabalhar, que impede a ação crítica do estudante para com o experimento “já que tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo estão previamente determinados; que as operações de montagem dos equipamentos, as atividades de coleta de dados e os cálculos para obter respostas esperadas consomem muito ou todo o tempo disponível” (BORGES, 2002, P.296). Reflexo disso está na maior preocupação em responder o roteiro do que com o tempo destinado a análise e interpretação da atividade realizada, concluindo assim que atividades experimentais objetivam chegar à “resposta certa” (BORGES, 2002).

Dessa forma, o ensino experimental não deve ser usado somente como algo a mais para motivar, mas como um instrumento que propicie a construção de conceitos e modelos científicos de aprendizagem. Para isso ocorrer, também se faz importante o papel da interação didática entre experimento e o desenvolvimento do conceito, cabendo ao professor o importante papel de mediar esse conhecimento (BARBOSA, 1999). Mediar tais atividades contribui para que os alunos se apropriem de novos saberes e construam por si mesmo os seus conhecimentos. Com isso, devem-se elaborar formas e métodos que interfiram nas atividades cognitivas dos alunos, buscar estratégias que estimulem a reflexão sobre suas próprias ideias, abrindo caminho para a reestruturação ou acréscimo de novos conhecimentos, uma vez que os modos de ensinar só são eficazes quando se conectam ao modo de pensar do estudante (TUNES; TACCA; JÚNIOR, 2005).

Baseando-se nessa óptica, o presente trabalho propõe a aplicação de atividades práticas, tidas como experimentais confeccionadas com materiais de fácil acesso e de baixo

custo, aliadas a mediações interativas, em auxílio aos conteúdos de física. Visando promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem, não só de física, mas de todas as ciências da natureza.

2. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Aprender significativamente é relacionar um novo conhecimento às proposições e conceitos relevantes em sua estrutura cognitiva, com isso a aprendizagem se torna clara e estável, uma vez que o novo conceito passa a fazer sentido. Aprender mecanicamente, em oposição à aprendizagem significativa, consiste em aprender sem assimilar, com isso o conteúdo não se liga à sua estrutura cognitiva, o indivíduo aprende temporariamente um conceito e depois esquece facilmente (PELIZZARI *et al*, 2001). Essa é comumente conhecida como a forma “tradicional” de se ensinar e aprender.

A aprendizagem significativa é um dos enfoques da teoria de Ausubel, no qual ele diz que os novos conhecimentos, que se adquirem, relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui. Assim:

(...) a ocorrência da aprendizagem significativa pressupõe: disposição da parte do aluno em relacionar o material a ser aprendido de modo substantivo e não arbitrário a sua estrutura cognitiva, presença de ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno, e material potencialmente significativo (AUSUBEL, 1980. apud NETO, 2006, p.118).

Ausubel (1978) define este conhecimento prévio como conceito subsunçor. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A partir de um conceito geral o conhecimento pode ser construído de modo a ligá-lo com novos conceitos facilitando a compreensão das novas informações o que dá significado real ao conhecimento adquirido. As ideias novas só podem ser aprendidas e retidas de maneira útil caso se refiram a conceitos e proposições já disponíveis, que proporcionam as âncoras conceituais. Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico e o conhecimento se constrói gradativamente (apud MOREIRA, 1998).

3. METODOLOGIA

A hipótese que norteia tal pesquisa é a de que atividades práticas preparadas com materiais de baixo custo, aliadas a mediações interativas, se configuram como estratégias metodológicas eficientes no ensino e aprendizagem em física. Para isso propõe-se o procedimento metodológico de abordagem qualitativa, denominada pesquisa descritiva. Segundo Rudio (1999) “*Descrever é narrar o que acontece. A pesquisa descritiva está interessada em descobrir e observar fenômenos procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los.*” (p. 57, apud OLIVEIRA, 2007). Nesse sentido quer-se descrever o grau de

motivação, ensino e aprendizagem dos alunos de Ensino Médio frente a atividades experimentais de física com materiais de baixo custo.

Assim, esse trabalho relata a realização de uma intervenção didática que consiste num minicurso realizado em quatro encontros de 2 horas cada, onde foram trabalhados conteúdos de física, por meio de atividades experimentais e aulas interativas. As atividades foram realizadas durante o terceiro bimestre do ano de 2013 com 20 alunos dos três níveis do ensino médio da rede pública de ensino do Distrito Federal.

4. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados através de observações e registro de fatos relevantes que ocorreram durante a intervenção; pré-teste; pós-teste e questionários: exploratórios e opinativos.

4.1. Pré e pós-testes

Para se obter informações referentes aos conhecimentos prévios dos alunos foi aplicado um pré-teste (ANEXO 1). Este teste era constituído de nove questões, duas objetivas e sete subjetivas, referentes aos conteúdos que seriam abordados na intervenção, das quais envolvem questões contextualizadas e situações problema. A distribuição das questões se deu da seguinte forma: três questões referem-se à velocidade e aceleração (questões de 1 a 3), dentre elas as questões 2 e 3 envolviam cálculo; duas questões referiam-se às leis de Newton (questões 4 e 6); duas questões tratavam de dilatação térmica (questões 7 e 8); e duas tratavam da natureza retilínea da luz. As questões foram extraídas de livros didáticos do ensino médio e elaboradas pelo próprio pesquisador.

Foi esclarecido aos alunos que se tratava de um levantamento de conhecimentos prévios e que por isso fossem francos nas respostas e não consultassem nenhum material. Após a aplicação e correção, foi possível detectar algumas dificuldades dos alunos, com isso a intervenção enfatizaria o trabalho e a mudança desses conceitos errôneos. Ao final da intervenção foi aplicado um pós-teste com o objetivo de verificar o grau de mudança conceitual em comparação ao pré-teste, para isso aplicou-se um teste idêntico ao aplicado antes da intervenção.

4.2. Questionário opinativo

Com o objetivo de coletar a contribuição dos alunos com suas percepções e opiniões acerca das atividades experimentais e das aulas interativas, foi aplicado um questionário opinativo composto por sete questões fechadas e duas abertas (ANEXO 2). Segundo Oliveira (2007) *“A vantagem das questões abertas está no fato de o informante ter total liberdade para formular suas respostas.”* (p. 84). Para que ficassem mais a vontade para opinar, a identificação foi anônima, dessa forma somente o nível escolar e o sexo foram solicitados.

4.3. Atividades experimentais

Propôs-se a realização de três atividades experimentais com materiais de baixo custo abordando diferentes conteúdos de física do Ensino Médio. A primeira atividade (ANEXO 3) abordou o tema de mecânica e consistia na construção de um carrinho artesanal feito basicamente de papelão, canudos, palitos e tampinhas de garrafas, “*carrinho foguete*”. O objetivo foi analisar o movimento do carrinho do ponto de vista newtoniano, identificando os elementos da cinemática como aceleração, velocidade, atrito e as próprias leis de Newton.

A segunda atividade (ANEXO 4) abordou o tema de termologia e consistia numa série de 3 experimentos envolvendo temperatura: o 1º envolveu 1 garrafa PET de 200ml com uma bexiga no gargalo, no qual o participante teria que observar o trabalho do balão com a garrafa em contato da água quente e fria; o 2º envolveu uma vela acesa e uma tira de embalagem “tetra-park”, que tem uma face de alumínio e outra de papelão, na qual o participante teria que observar o que ocorreria com essa tira em contato com o calor da vela; o 3º envolveu também uma vela dentro de um prato com líquido colorado, no qual o participante teria que colocar um copo emborcado sobre a vela acesa e observar o fenômeno decorrente.

A terceira atividade (ANEXO 5) abordou o tema de óptica geométrica, consistia numa lata de achocolatado tradicional, papel manteiga e papel cartão preto na qual cada participante teve que construir uma câmara escura e aponta-la à um objeto luminoso ou iluminado e observar a sua disposição na tela de projeção da câmara.

Ao final de cada roteiro experimental havia uma série de questionamentos sobre os fenômenos observados, nos quais cada participante deveria formular suas hipóteses para tentar explicar tal fenômeno com base naquilo que ele já sabe. Partindo do princípio que tais atividades proporcionem um estímulo a “observar, refletir, analisar e propor hipóteses para suas observações, bem como rever o que pensam sobre um determinado fenômeno” (BIASOTO; CARVALHO, 2007, apud OLIVEIRA, 2010, P. 144).

5. DADOS: COLETA, RESULTADOS E DISCUSSÕES

A turma de pesquisa inicialmente era composta por 20 alunos dos 3 níveis do ensino médio, porém apenas 9 fizeram todos os testes e questionários e 1 ficou sem fazer o pré-teste, por motivos de atraso no primeiro dia, no entanto observou-se que este demonstrou muito interesse e participação pelo estudo, com isso julgou-se relevante a análise de seus dados. Os demais não obtiveram frequência completa, e por isso seus dados não puderam ser analisados da forma proposta. Esses 10 alunos que realizaram as atividades de forma efetiva, comparecendo aos quatro dias de pesquisa, constituem a amostra da presente pesquisa. Como a identidade dos alunos foi preservada, estes foram organizados segundo a numeração do nível escolar e uma letra de referência: 1A, 1B, 1C, 1D, 2E, 3F, 3G, 3H, 3I e 3J.

5.1. 1º encontro: aplicação do pré-teste

No primeiro encontro foi feita uma apresentação geral dos objetivos e do conteúdo do minicurso. Logo no início aqueles que estavam presente já se mostravam curiosos para presenciar a física na prática. Foi esclarecido que se tratava de uma pesquisa acadêmica e que a participação era voluntária, porém eles teriam que assinar, ou pedir para o responsável, no caso de menores de idade, o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), como forma de permissão para utilização dos dados na pesquisa. Após os avisos prévios foi aplicado o Pré-teste, como forma de sondar os conhecimentos pré-adquiridos acerca do conteúdo a ser trabalhado.

A tabela abaixo mostra o desempenho de cada aluno para cada questão do pré-teste. Como o teste era quase todo composto por questões discursivas, as respostas foram classificadas segundo seu grau de aceitação: Aceitável (*A*), Parcialmente aceitável (*P*), Não aceitável (*N*) e em branco (/). O aluno que não realizou o pré-teste foi identificado como 1A, e suas questões classificadas como “em branco”.

Tabela 1: Resultados dos pré-testes

Questão Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 A	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1 B	N	/	/	N	N	/	A	N	/
1 C	N	/	/	A	N	N	A	N	/
1 D	P	N	N	A	N	N	N	N	N
2 E	P	P	/	N	N	P	N	N	N
3 F	N	N	/	/	N	N	A	N	N
3 G	N	N	/	N	P	P	A	A	P
3 H	P	/	/	A	N	/	A	N	/
3 I	N	N	N	N	N	N	A	N	/
3 J	P	N	/	N	N	A	A	N	A

(/): Resposta em branco; (A): Aceitável; (P): Parcialmente Aceitável; (N): Não Aceitável

A questão 1 tinha o objetivo de averiguar as concepções dos alunos sobre aceleração e velocidade. Como pode ser visto na tabela, ninguém obteve resposta totalmente aceitável, dentre os que não obtiveram aceitação, as respostas foram escritas como:

“Velocidade = o tanto que está se percorrendo. Aceleração = a velocidade percorrida de um objeto de um ponto ao outro” (1C);

“Velocidade = movimento acelerado. Aceleração = rapidez” (1B);

“É quando um corpo esta em constante movimento rápido” (3F).

Percebe-se que os alunos em questão tiveram dificuldade em definir e diferenciar velocidade de aceleração, mesmo alunos do 1º ano que, teoricamente, estudaram esse conteúdo no primeiro bimestre, porém não assimilaram da maneira esperada. No entanto alguns alunos obtiveram respostas parcialmente aceitáveis como:

“Velocidade é o tempo de determinado movimento. Aceleração é um movimento realizado para que se obtenha maior velocidade” (2E);

“Velocidade é constante (...). aceleração é o aumento da velocidade” (1D);

“Velocidade é o movimento de um corpo em um determinado tempo. Aceleração é a velocidade que um corpo sai do ponto inicial” (3H).

Esses alunos demonstraram uma pequena noção de velocidade e aceleração, porém não responderam de uma forma científica.

A segunda e a terceira questão envolviam cálculo, e pelo que pôde ser visto na tabela, muitos deixaram alguma dessas questões em branco. Observou-se que os alunos, quando perceberam que as questões envolviam cálculos, nem tentaram fazer, demonstrando algum bloqueio em relação a questões com abordagem matemática, apesar da relativa simplicidade dessas questões.

Mesmo os alunos que tentaram fazer tiveram extrema dificuldade em interpretar o problema e montar o cálculo. Assim como ocorreu na questão 2, onde foi dado a velocidade em km/h e o tempo em minutos para que descobrissem o deslocamento do veículo. Nesta questão, os alunos não tiveram o cuidado de converter a unidade de tempo, além disso, observou-se também que eles colocaram o valor da velocidade em razão do tempo, evidenciando a forma decorada e ao mesmo tempo errônea de se calcular velocidade: algum número sobre o tempo. Mesmo que o objetivo fosse calcular o deslocamento, quando se fala em velocidade e tempo essa é a única forma, de acordo com o observado, que eles conhecem para calcular.

As questões 4 e 5 se referiam aos conceitos das leis de Newton, 1ª e 3ª lei respectivamente. De acordo com a tabela a maioria não obteve resposta aceitável, tais como estas da questão 4:

“Significa que os corpos possuem eletricidade” (3J);

“Algo parado” (2E);

“É o principio da força” (1B.)

Percebe-se claramente que não há a menor noção do conceito de inércia na primeira resposta, e as subsequentes estão relacionadas às leis da mecânica, mas não foram específicas para a inércia. Além dessas, três respostas obtiveram classificação aceitável, foram elas:

“Se um corpo esta parado, ele tende a ficar parado” (1C);

“Tem a tendência de permanecer em repouso” (1D);

“Todo corpo em repouso, tende a permanecer em repouso” (3H).

Percebe-se nessas respostas que o conceito de inércia está associado somente a corpos em repouso, típica definição de livro didático.

A questão cinco apresentava uma situação problema de um pescador que teria que caminhar sobre o barco que estava sobre águas calmas, sem atrito, para chegar até uma árvore na margem. A pergunta era se ele conseguiria alcançar o objetivo. Como mostra a tabela, ninguém obteve resposta aceitável, a única parcialmente aceitável argumentava o seguinte:

“O pescador caminhará sobre o barco dando uma pequena energia a ele. A cada passo essa energia poderá empurrar o barco para trás fazendo com que cada vez mais o afaste para longe dos frutos” (3G).

Apesar do bom raciocínio, este aluno não conseguiu associar a simples lei da ação e reação, além de achar que o barco iria para trás. Outras respostas que não obtiveram aceitação foram descritas como:

“Não porque o barco iria afundar” (3J);

“Não, porque o barco esta se movendo com a água” (1C);

“Não, por causa do atrito com a água.” (1D)

Essas afirmações deixam bem claro que esses alunos não analisaram bem a situação, e ainda sem posse do conhecimento teórico necessário para o entendimento da 3ª lei de Newton.

A questão número 6, tratava de uma situação contextualizada, onde os alunos deveriam aplicar seus conhecimentos sobre dilatação térmica para explicar o porque das juntas da cerâmica assentada em pisos. Um aluno teve a resposta aceitável:

“As cerâmicas iriam expandir por causa do calor e acabariam rachando” (3J).

Dois alunos obtiveram respostas parcialmente aceitáveis:

“Com um dia muito quente elas se comprimem” (2E);

“O calor poderá acumular energia sobre o piso e haveria a chance de quebrar a cerâmica” (3G).

Nessas duas respostas percebe-se que os alunos têm consciência de que a temperatura influenciaria de alguma forma o estado físico da cerâmica, porém não souberam se expressar da maneira esperada.

As questões 7 e 8, eram do tipo objetiva. A questão 7 referia-se a como o termômetro de mercúrio funcionava, quase todos os alunos acertaram, demonstrando que já sabiam do assunto. A questão 8 era sobre identificação de sombra e penumbra em uma imagem, apenas um aluno teve resposta certa, o que sugere que esse conteúdo foi pouco ou nunca foi estudado ou simplesmente esquecidos pelos alunos.

Por fim, a questão 9 consistia em fazer um desenho esquemático sobre como se vê a imagem de um objeto dentro de uma câmara escura. Um aluno teve o desenho aceitável por inverter o objeto por completo, o que era esperado como resposta aceitável. Já outro aluno teve seu desenho parcialmente aceitável por invertê-lo somente em uma direção. Quanto aos

demais, acredita-se que não souberam fazer. Talvez poucos alunos conhecessem uma câmara escura e seu funcionamento.

Após a aplicação do teste eles deram início a “atividade experimental 1” construindo o “carrinho foguete”.

5.2. 2º encontro: Atividade experimental 1

Com os carrinhos feitos os alunos deram início ao experimento 1. Consistia em fazer três medições de tempo do deslocamento do carrinho, dada uma distância de 2 metros e registrar numa tabela. Ao fim das medições, como forma de descontração, foi feita uma corrida geral, cujo dono do melhor carro ganharia um brinde. Os alunos se mostraram entusiasmados com a “brincadeira” o que proporcionou uma boa interação entre eles.

De posse dos dados obtidos, os alunos tiveram que responder as questões do roteiro. Na primeira, os alunos deveriam calcular a velocidade média a partir da distância e tempo medidos individualmente. Desse modo todos calcularam a velocidade corretamente. Isso pode ser comparado com os resultados do pré-teste que indicou que a maioria dos alunos só sabia calcular a velocidade de uma forma: algum número em razão do tempo.

A questão 2 referia-se a como os alunos enxergavam as forças que agiam sobre o carrinho para que ele se movimentasse. Todos sabiam que estava relacionado a efusão do balão, com isso a maioria respondeu que foi a força do ar do balão, mas apenas um aluno demonstrou argumento científico respondendo:

“O ar que se encontra dentro do balão está atrás, mas o movimento que o carrinho faz é para frente, força de ação e reação” (2E).

A questão 3 referia-se ao porquê do carrinho parar de se movimentar depois de certo período, a resposta foi quase unânime: *“o ar do balão acaba”*. Eles se basearam nas observações rápidas: quando a efusão do ar acaba o carrinho para, porém não imediatamente. A resposta esperada seria o atrito entre as rodas e o piso.

A questão 4 questionava se o carrinho teria maior ou menor alcance se estivesse numa superfície perfeitamente lisa, e se na ocasião suas rodas girariam. Apenas um aluno respondeu que a roda não giraria, mas não justificou, quanto ao alcance apenas um respondeu que seria menor, alegando não ter atrito com a rodinha, porém este mesmo respondeu que a roda giraria, entrando em contradição.

Depois de feita a atividade, iniciou-se a aula abordando os seguintes temas: ação e reação, inércia, atrito, velocidade e aceleração, utilizando as observações do movimento do carrinho como base. A todo o momento tentou-se contextualizar as informações com ações cotidianas para que os alunos pudessem aplicar e observar as leis da física ao seu redor. Logo surgiram vários questionamentos sobre o que acontecera com o carrinho e estas foram esclarecidas de maneira dialógica e dinâmica com os alunos.

5.3. 3º encontro: Atividade experimental 2

Nessa aula foram feitas as atividade do roteiro experimental 2. De posse dos materiais, os alunos se organizaram em duplas para realizar os procedimentos. Alguns tiveram dificuldade em executar, sendo necessária a mediação em alguns casos. À medida que iam realizando os experimentos, anotavam suas observações. Depois disso, eles tiveram que responder a um questionário e propor suas hipóteses sobre o ocorrido. Na primeira questão questionava se eles conseguiam explicar como a temperatura da água influenciava no trabalho do balão. 7 alunos responderam apenas o que observaram: “*água quente enche e água fria suga o balão*”. 2 alunos disseram que foi o vapor da água que inflou o balão. E um aluno obteve resposta plausível:

“Água quente - ao colocar a garrafa na água quente, a garrafa sofreu com o aquecimento do plástico fazendo com que o ar no interior se expandisse no balão. (...)” (3G).

Este aluno demonstrou ter um pequeno conhecimento na área, porém na explicação sobre a água fria não teve o pensamento inverso à expansão do ar, não obtendo uma resposta esperada.

A questão dois queria saber o porquê da tira de embalagem “tetra-park” envergava somente para um lado. As respostas foram diversas: “*porque esse é o lado quente*”; “*Porque esse lado é mais frágil*”; “*porque o papel é isolante*”. 2 alunos não responderam e apenas um teve um raciocínio plausível e uma resposta próxima do esperado:

“Porque (eu acho) que quando o filete foi aquecido, a parte do alumínio sofreu uma tensão ao calor fazendo com que ele empurrasse a parte do papelão para baixo” (3G).

A questão 3 queria saber a causa do movimento da água de baixo para cima dentro do copo. 9 alunos responderam de forma não aceitável, porém isso já era esperado, pois este experimento é explicado de forma errônea por alguns autores de livros didáticos: “*a vela apagou porque o oxigênio acabou e a água ocupou o espaço deixado pelo mesmo*”. Isso demonstra que os alunos já fizeram algo parecido, cuja explicação dada foi essa, deixando claro o quanto uma informação errada, fornecida pelo professor ou pelo livro didático, pode influenciar no pensamento do aluno. Apenas 1 aluno não usou essa explicação, mas a resposta dada foi confusa, mostrou bom raciocínio, porém com ideias desorganizadas:

“Porque o ar esquenta dentro da garrafa sugando a água e a vela apaga por causa da pressão que se faz lá dentro” (1B).

A ultima questão perguntava se os três experimentos tem relação teórica entre si. Um aluno disse que não, porque as ocorrências são diferentes, os demais disseram que sim, porém poucos justificaram, e apenas um teve uma justificativa coerente: “*sim, dilatação térmica*” (3I).

Após a experimentação e as questões, a aula iniciou-se com os seguintes temas: teoria cinética da matéria, e dilatação linear. Foi esclarecido que todos os elementos têm um comportamento vibracional, cuja frequência é controlada pela temperatura, sendo assim, a maior parte dos materiais aumenta de tamanho em altas temperaturas e diminui em baixas, (com exceção da água), e que alguns dilatam ou contraem mais rapidamente que outros.

Dessa forma, usou-se cada experimento para mediar a explicação e foram exemplificados com fenômenos do cotidiano, como as lâminas bi-metálicas de termostatos, usados em refrigeradores, os balões luminosos de festa, o termômetro e as juntas de dilatação. Interessante observar a surpresa dos alunos ao associarem o conteúdo ao que veem no dia-a-dia e saber o porquê dos acontecimentos.

A última parte do experimento foi a que exigiu maior empenho, tanto por parte do mediador quanto dos alunos, em função da complexidade do tema. O objetivo era de mudar o pensamento errôneo que eles tinham sobre a causa da ocupação da água no copo. Sendo assim, foi feita uma discussão sobre o que realmente acontece: o copo limitou a quantidade de oxigênio para combustão da vela, observa-se que enquanto estava acesa, a vela aquecia o ar, mantendo sua expansão e pressão interna em equilíbrio com a externa, porém, ao converter o restante do oxigênio em gás carbônico a vela se apaga provocando o resfriamento do ar e a sua contração, diminuindo a pressão interna, o que faz com que a pressão externa "empurre" a água para dentro do copo a fim de equilibrar as pressões novamente. Os alunos então perceberam que se tratava de vários fenômenos correlacionados e souberam observar isso novamente, de forma crítica, quando repetiram o experimento.

5.4. 4º encontro: Atividade experimental 3, pós-teste e questionário opinativo

Nessa aula não foi possível conseguir material para que todos confeccionassem a sua câmara, segundo o roteiro experimental 3, então duas câmaras, já prontas e tragas pelo pesquisador, foram usadas na experimentação.

Os alunos foram levados para um local da escola com incidência solar, pois, para realizar esse experimento é necessário um ambiente bem iluminado. Um dos servidores que estavam no local foi convidado a participar servindo como objeto a ser observado pelos alunos, este foi posicionado onde havia boa iluminação solar. Os alunos então apontaram a câmara em direção ao "objeto" e observaram a imagem que se formava no anteparo dentro dela. Questionados sobre como era a disposição da imagem, todos perceberam que ela estava invertida, mas um aluno comentou ainda dizendo que a imagem estava embaçada. Este então foi questionado sobre o que era preciso fazer para resolver esse problema, ninguém soube responder de imediato. Havia uma aluna que usava óculos por ter hipermetropia, então foi perguntado como ela via as coisas sem óculos. Ela respondeu que enxergava tudo embaçado. Mais uma vez questionados sobre como poderíamos resolver o problema da nitidez da imagem, todos responderam: "*óculos*". Mas de que são feitos os óculos? "*lentes e armação*". Então os alunos tiveram a oportunidade de observar o objeto mais uma vez, e para simbolizar os óculos foi usada uma pequena lupa posicionada na frente do orifício da câmara. Todos então perceberam a mudança: "*Ah! Bem melhor agora professor*".

Aproveitando a discussão extraclasse, os alunos voltaram para a sala e foi dado início as explicações. Nenhum dos alunos soube explicar o fenômeno da inversão de imagem. Para isso foi feito um desenho esquemático no quadro para que todos pudessem entender o fenômeno, que demonstra a natureza retilínea da luz. Os alunos puderam perceber que para que enxerguemos precisamos de luz, e essa luz é emitida diretamente pelos corpos luminosos ou refletidas pelos corpos iluminados e que ambos os raios tem o mesmo tipo de propagação

que chega até os nossos olhos. Aproveitando o questionamento de alguns alunos sobre como enxergamos, foi feita uma analogia básica entre a câmara escura e o olho humano, onde a imagem que se forma na retina também é invertida, porém nosso cérebro faz a interpretação correta da imagem.

Os alunos se mostraram surpresos e intrigados. Muitos não se conformavam em ver o objeto de “cabeça para baixo” e tentavam de todas as formas girar a câmara para que o objeto ficasse “de pé”. Outros não entendiam como a física poderia ser tão interessante de se ver, e tão difícil de estudar.

A parte final da intervenção teve novamente a aplicação do teste, dessa vez intitulado pós-teste, mais o questionário opinativo para que os alunos pudessem avaliar a qualidade da intervenção.

5.4.1. Resultados do pós-teste

Adotando-se o mesmo critério de análise do pré-teste, chegou-se a seguinte tabela de desempenho do pós-teste em relação ao pré-teste:

Tabela 2: Comparação entre os resultados dos pré e pós-testes

Resultados do pré-teste										INTERVENÇÃO	Resultados do pós-teste									
Questão Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 A	/	/	/	/	/	/	/	/	/		P	P	A	P	N	A	A	N	P	
1 B	N	/	/	N	N	/	A	N	/		N	P	/	A	A	A	A	A	P	
1 C	N	/	/	A	N	N	A	N	/		P	N	P	A	/	P	A	A	A	
1 D	P	N	N	A	N	N	N	N	N		P	N	N	A	N	A	A	N	P	
2 E	P	P	/	N	N	P	N	N	N		P	P	N	A	A	A	N	N	A	
3 F	N	N	/	/	N	N	A	N	N		N	N	N	N	P	A	A	A	A	
3 G	N	N	/	N	P	P	A	A	P		P	A	A	N	A	P	A	A	A	
3 H	P	/	/	A	N	/	A	N	/		P	N	N	A	N	A	A	A	A	
3 I	N	N	N	N	N	N	A	N	/		N	N	/	N	A	N	A	A	P	
3 J	P	N	/	N	N	A	A	N	A		P	N	N	N	N	A	A	A	A	

(/): Reposta em branco; (A): Aceitável; (P): Parcialmente Aceitável; (N): Não Aceitável

Nitidamente percebe-se uma diferença significativa na tonalidade do quadro, devido ao aumento de respostas aceitáveis e parcialmente aceitáveis em detrimento das respostas em branco e/ou não aceitáveis.

As maiores mudanças de percepção foram observadas nas questões de terminologia e ótica (questões de 6 a 9). Porém não se observou muitas respostas aceitáveis nas questões de mecânica (questões de 1 a 5), principalmente nas de cálculo, que apesar do esforço da maioria em tentar fazê-los, não souberam interpretar ou calcular com precisão. Os alunos pouco mudaram sua percepção quanto aos conceitos de velocidade e aceleração, ficando suas respostas do pós-teste muito parecidas com as do pré-teste. A Tabela 3 indica algumas respostas que sofreram alterações significativas de conceitos.

Tabela 3: Comparação entre respostas com alterações significativas

Questão	Pré-teste	Pós-teste
4 - Para Newton os corpos possuíam inércia. O que significa isso?	<i>“É o principio da força” (1B).</i>	<i>“Inércia é a capacidade de um corpo se manter parado” (1B).</i>
	<i>“Algo parado” (2E).</i>	<i>“Um corpo que possui mais tendência em ficar parado” (2E).</i>
5 - Um pescador (...). Conseguirá o pescador alcançar a árvore? Por quê?	<i>“Não, porque o barco esta se movimentando com a água” (1B).</i>	<i>“Não, porque o atrito do barco com a água faz o barco se mover, afastando-o da árvore” (1B).</i>
	<i>“Sim, porque ele esta em cima do barco” (2E).</i>	<i>“Não, porque como o barco pode mover-se livremente sobre a água quando ele se movimenta em direção a arvore para pegar o fruto, a tendência do barco é se movimentar para o lado contrário, ou seja, para trás” (2E).</i>
	<i>“O pescador caminhará sobre o barco dando de certa forma uma pequena energia a ele. A cada passo esta energia poderá empurrar o barco para trás fazendo com que cada vez mais o afaste para longe dos frutos” (3G).</i>	<i>“Não, a falta de atrito do barco com a água faz com que ao caminhar sobre o barco ele seja empurrado para trás” (3G).</i>
	<i>“Sim, o atrito com o corpo do pescador é submetido ao barco que inclina um pouco fazendo com que ele possa alcançar a arvore” (3I).</i>	<i>“Não, porque o pescador vai empurrar o barco para trás” (3I).</i>
6 - Talvez a cozinha, o banheiro (...). O que aconteceria com as cerâmicas em um dia muito quente se estivessem coladas?	<i>“Por causa do atrito, as cerâmicas se soltariam” (1D).</i>	<i>“(…) Se elas ficassem juntas em um dia muito quente elas se dilatariam e iriam rachar” (1D).</i>
	<i>“Se elas ficassem coladas, elas sofrem atrito e começam a rachar. Com um dia muito quente elas se comprimem” (2E).</i>	<i>“Porque elas rachariam. Elas se dilatariam” (2E).</i>
	<i>“Porque é necessário que existam esses espaços por causa da temperatura, se elas ficarem juntas vai aquecer” (3F).</i>	<i>“Elas poderiam se dilatar e quebrarem” (3F).</i>

Esses alunos conseguiram assimilar o novo conhecimento aos já adquiridos previamente, fato que pode ser observado no corpo das respostas, onde os alunos mantêm a mesma linha de pensamento, porém com conceitos alterados e/ou acrescentados.

Alguns alunos obtiveram, em algumas questões, certa evolução de conceitos, porém não souberam se expressar de forma aceitável. Na Tabela 4 estão indicadas algumas evoluções de respostas não aceitáveis para parcialmente aceitáveis:

Tabela 4: Comparação entre respostas com alterações pouco significativas

Questão	Pré-teste	Pós-teste
1 - O que você entende por velocidade? E por aceleração?	<i>“Velocidade = o tanto que está se percorrendo. Aceleração = a velocidade percorrida de um objeto, de um ponto a outro” (1C).</i>	<i>“Velocidade = é o tanto de tempo que você gastou para percorrer uma certa distância. Aceleração: é a distância percorrida em um certo tempo” (1C).</i>
	<i>“Velocidade é o movimento constante que pode haver variação entre a linha reta (MRU) e a linha curva. Aceleração é o impulso (força dada por energia) a algum objeto” (3G).</i>	<i>“Velocidade: distância percorrida de um ponto a outro. Aceleração: variação de velocidade” (3G).</i>
5 - Um pescador (...). Conseguirá o pescador alcançar a árvore? Por quê?	<i>“Não, porque só o fato dele caminhar não vai fazer com que ele chegue na árvore” (3F).</i>	<i>“Não, porque não haveria atrito suficiente para alcançar a árvore” (3F).</i>
6 - Talvez a cozinha, o banheiro (...). O que aconteceria com as cerâmicas em um dia muito quente se estivessem coladas?	<i>“Elas rachariam, pois não tem uma massa, nada em sua lateral para fixá-las ou meio que resfriá-las” (1C).</i>	<i>“Elas rachariam, pois suas moléculas estariam agitadas e com as cerâmicas coladas elas rachariam” (1C).</i>

Além desses, outros resultados, como indica na Tabela 2, não sofreram alterações positivas, ficando as duas respostas praticamente idênticas. Isso sugere que esses alunos não obtiveram uma mudança conceitual significativa em determinados conceitos. A esses resultados pode-se atribuir vários fatores, tais como a falta de aptidão para tal conhecimento e até mesmo a intervenção didática mal sucedida. Mas a dificuldade mais evidente aparece nas questões que envolvem matemática. Os alunos tiveram muita dificuldade em resolver problemas relativamente simples que se constituem de operações básicas. Observou-se que esses alunos não apresentavam uma boa base de conhecimentos prévios em matemática para a realização de tais atividades, ou não se sentiram capazes de fazer, o que não resultou em um aprendizado, considerado por Ausubel (1978) como significativo.

5.4.2. Resultados do questionário opinativo

- 1) Quando perguntados se as aulas experimentais estimularam o seu interesse pela matéria, 80% disseram que sempre estimularam, 20% disseram que às vezes se sentiam estimulados e, ninguém, disse que nunca foram estimulados.
- 2) Em relação à forma como o conteúdo foi explorado, 100% dos estudantes disseram que o conteúdo foi apresentado de forma clara.
- 3) 100% dos alunos afirmaram que o assunto foi compatível com as atividades experimentais.
- 4) 60% dos alunos disseram que as aulas experimentais sempre despertam seu interesse em aprender física, 30% disseram que às vezes desperta e apenas 10% disseram que nunca desperta o seu interesse.
- 5) Questionados sobre a facilitação na aprendizagem de física 90% afirmaram que os experimentos facilitam a aprendizagem de física e 10% disseram que facilita pouco.
- 6) Em relação ao gosto pelo estudo 90% disseram que gostaram de estudar física através das atividades experimentais e 10% disseram que não gostaram muito.
- 7) 60% dos alunos disseram conhecer pouco as informações apresentadas no minicurso e 40% disseram que as informações eram desconhecidas.
- 8) Em relação a atividade favorita 50% preferiram a câmara escura, 20% gostaram da dilatação térmica, 20% simpatizaram com o carrinho foguete e 10% gostou de todas. Dentre as justificativas da escolha, algumas são apresentadas a seguir.

“A de óptica, porque foi legal descobrir que eu enxergava as coisas de cabeça para baixo e não sabia.”

“Dilatação térmica, pois achei muito interessante só o fato de colocarmos a garrafa na água quente como o balão enche e água fria o inverso.”

“O 2º experimento, porque descobri coisas aonde a física esta presente em meu cotidiano.”

“Do carrinho foguete, porque foi muito interessante e estimulador.”

A preferência dos alunos pelo 2º e 3º experimentos vão de encontro ao desempenho apresentado no pós-teste, que mostraram melhor desenvolvimento nas questões que se referiam a tais atividades. Isso mostra também a influência da motivação na aprendizagem, uma vez que apesar de divertida, a 1ª atividade experimental não chamou muita atenção, talvez pela sua singularidade, já as atividades subsequentes mostraram fenômenos pouco vistos pelos alunos, o que torna a atividade mais interessante.

9) Quanto aos pontos positivos e negativos do minicurso alguns alunos mencionaram:

a. Positivos:

“Aprendi muito sobre física, me ajudara muito no meu futuro.”

“Ele explicou as coisas com clareza”

“A aula dinâmica facilitou o aprendizado de determinados conteúdos, os experimentos facilitaram a compreensão de tudo, o minicurso transmitiu muitas coisas que não é explicado em sala de aula.”

“Não se torna uma aula chata e desinteressante.”

“Eu aprendi como acontece cada coisa. Aprendi a construir um carrinho e também descobri porque as cerâmicas não podem ser coladas.”

b. Negativos:

“Podíamos fazer isso mais vezes.”

“Pouco tempo para aprendizagem.”

O resultado do teste opinativo e as impressões citadas acima vão de encontro com as impressões que se observou. Durante a realização dessa pesquisa percebeu-se que a maior parte dos alunos se mostrava entusiasmados e curiosos para saber sobre os fenômenos observados, o que leva a crer que as atividades experimentais vão muito mais além de demonstrar algum fenômeno, ela contribui para gerar no estudante a pré-disposição em aprender o conteúdo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se inferir que durante a intervenção houve interesse dos alunos em realizar as atividades e buscar formas claras para se explicar tais fenômenos. Com isso os alunos puderam se envolver em discussões e formular hipóteses para os fenômenos observados, exercendo assim o seu papel crítico e participativo no processo de construção do conhecimento. O atrativo principal talvez tenha sido seu aspecto simples e lúdico, com a utilização de materiais de fácil acesso e de baixo custo, podendo ser reproduzido por eles sempre que desejado, deixando de lado o conceito de que experimento é realizado apenas em laboratório utilizando materiais específicos e quase inacessíveis à realidade escolar.

Constatou-se que a proposta de trabalho proporcionou ao estudante trabalhar de forma ativa na construção de seu conhecimento, a partir do momento em que alterou de forma significativa o seu conceito prévio em relação a cada conteúdo, sem deixar de lado o seu modo de pensar e agir, assim como propõe a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1978. apud MOREIRA, 1998).

Pelos resultados do estudo conclui-se que as atividades experimentais, aliadas à uma abordagem interativa e lúdica, se configuram como um recurso facilitador na aprendizagem significativa de alguns conceitos de física. Para tanto se fez necessário também um envolvimento do professor no planejamento e na elaboração da metodologia a ser empregada,

como sustentam alguns autores (BARBOSA, 1999; TUNES; TACCA; JÚNIOR, 2005), propiciando situações que envolvam o estudante na busca de respostas para questões que possam dar sentido ao assunto estudado em aula, exercendo assim o seu papel como mediador no norteio desse processo de solução, levando sempre em consideração os conceitos prévios dos alunos.

Observou-se também que alguns resultados não foram favoráveis, alguns alunos não obtiveram uma mudança significativa em alguns conceitos. A esses resultados pode-se atribuir vários fatores como a falta de aptidão para tal conhecimento e até mesmo a intervenção didática malsucedida. Como observado, a parte matemática ainda é um problema entre os alunos que apresentam muita dificuldade em resolver questões utilizando as operações básicas, o que prejudica ainda mais o ensino de física que além de seu caráter teórico e contextualizado, também se constitui por procedimentos matemáticos. Pode-se concluir que esses alunos apresentavam dificuldades em conteúdos de matemática, considerados básicos e essenciais para a realização das atividades experimentais propostas, o que contribuiu para que não fosse observada uma aprendizagem significativa.

Importante ressaltar também que essas atividades foram realizadas num contexto diferenciado, com poucos alunos e bastante tempo para planejamento, diferentemente do cotidiano escolar onde normalmente as turmas são numerosas, densas e a disponibilidade de material e tempo são limitadas, assim como salientado por Laburú et al (2007).

Espera-se que esse trabalho possa contribuir para a melhora do ensino de física. Concorde-se também que a proposta aqui apresentada pode ser aprimorada e transportada para outros temas, não só de Física, mas de todas as áreas das Ciências Naturais, principalmente por aqueles que se dedicam com o propósito de apresentar aos estudantes o lado fascinante da Ciência, presentes nas atividades práticas, sem deixar de lado os aspectos metodológicos e didáticos que envolvem o ensino.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2, Junho, 2003.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira; PAULO, Sérgio Roberto de; RINALDI, Carlos. **Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio**. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 16, n. 1: p. 105-122, abr. 1999.

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle Blini. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física**. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences. v. 31, n. 1, p. 43-49, Maringá, 2009

BORGES, A. Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares nacionais** (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; KANBACH, Bruno Gusmão. **A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio**. Investigações em Ensino de Ciências – V12 n. 3, p. 305-320, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Cadernos de Aplicação, v.11, n. 2: p. 143-156, 1998.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. Acta Scientiae, v.12, n.1, jan./jun. 2010.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2007.

PELIZZARI, Adriana. et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PORTO, Franco de Salles. ZIMMERMANN, Erika. HARTMANN, Ângela Maria. **Exposições museológicas para aprendizagem de física em espaços formais de educação: um estudo de caso**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 1: p. 26-62, 2010.

TUNES, Elizabeth; TACCA, Maria Carmem V. R.; JÚNIOR, Roberto dos Santos Bartholo. **O professor e o ato de ensinar**. Cadernos de Pesquisa, v. 35, p. 689-698, set./dez. 2005.

ANEXOS

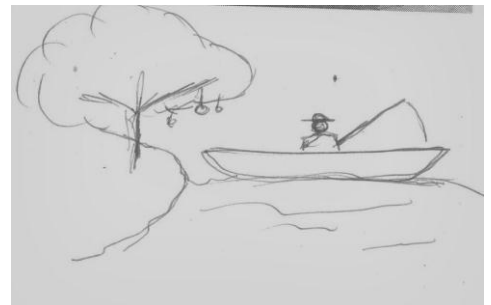
ANEXO 1 – Pré e pós testes

Nome: _____ Série EM: _____

- 1) O que você entende por velocidade? E por aceleração?
- 2) Durante um intervalo de tempo de 3 min a velocidade de um automóvel permanece constante, conforme indica a foto abaixo. Qual é a distância que o automóvel percorre nesse intervalo de tempo?



- 3) Durante o campeonato brasileiro de 2012, os juízes de futebol correram, em média, 15 km por jogo. Determine, em km/h, a velocidade média desenvolvida pelos juízes durante os jogos. Sabe-se que uma partida de futebol é jogada com dois tempos de 45 min.
- 4) Para Newton os corpos possuíam inércia. O que significa isso?
- 5) Um pescador estaciona seu barco leve à margem de uma lagoa calma, em frente a uma árvore cheia de frutos. Esse barco pode mover-se livremente sobre a água, uma vez que o atrito entre ambos pode ser considerado muito pequeno. Após algum tempo de inútil pescaria, o pescador sente vontade de comer alguns frutos. Guarda a vara e caminha sobre o barco em direção à árvore. Conseguirá o pescador alcançar a árvore? Por quê?



6) Talvez a cozinha, o banheiro ou o piso da sua casa seja revestido de cerâmica. Você já deve ter observado que elas estão dispostas de forma levemente espaçada. Por que elas não podem ficar coladas? O que aconteceria com as cerâmicas em um dia muito quente se estivessem coladas?

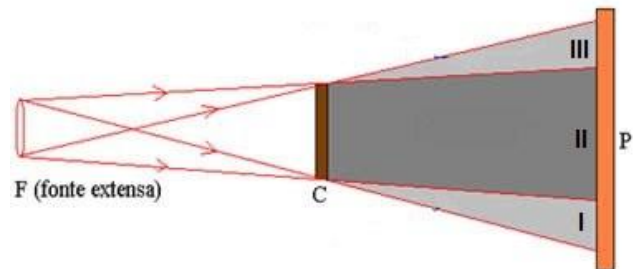
7) O termômetro tradicional consiste num tubo de vidro graduado contendo uma quantidade de líquido vermelho, o mercúrio, usado para medir temperatura. Qual é o fenômeno que acontece dentro do termômetro para que este marque a temperatura de um corpo? (Marque a alternativa correta)

- a) O tubo de vidro suga o líquido para cima.
- b) O mercúrio move-se lateralmente sobre o tubo.
- c) O mercúrio dilata, aumenta seu volume e se espalha no tubo.
- d) Existe um sensor eletrônico que injeta líquido no tubo.

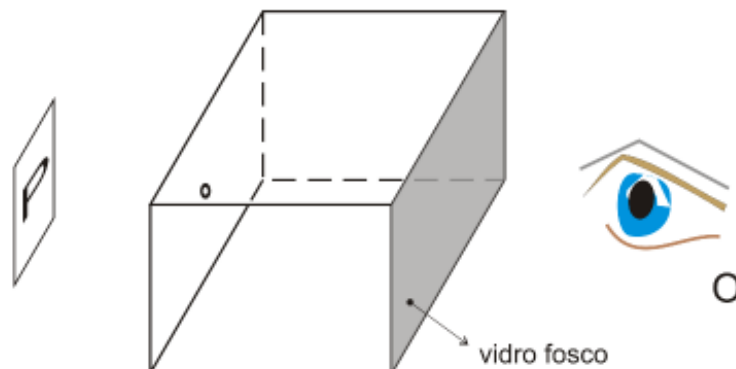


8) Na figura abaixo, F é uma fonte de luz extensa e C um anteparo opaco. Pode-se afirmar que I, II e III são respectivamente, regiões de: (marque a correta)

- a) Sombra, sombra e penumbra.
- b) Sombra, sombra e sombra.
- c) Penumbra, sombra e penumbra.
- d) Sombra, penumbra e sombra.
- e) Penumbra, penumbra e sombra.



9) Um aparelho fotográfico rudimentar é constituído por uma câmara escura com orifício em uma face e um anteparo de vidro fosco na face oposta onde se forma a imagem. Esboce a imagem que se forma nesta face de vidro que é vista pelo observador O .



ANEXO 2 – Questionário opinativo

Sexo: () Masculino () Feminino

Série EM:

- 1) As aulas experimentais estimularam o seu interesse pela matéria?
() Sempre () Às vezes () Nunca
- 2) O professor apresentou o conteúdo com clareza?
() Sempre () Às vezes () Nunca
- 3) O professor aliou o assunto à atividade experimental?
() Sempre () Às vezes () Nunca
- 4) As aulas experimentais despertaram seu interesse em aprender Física?
() Sim () Às vezes () Não
- 5) Você acredita que a utilização do experimento facilita a aprendizagem de Física?
() Sim () Pouco () Não
- 6) Você gostou de estudar física através das atividades experimentais?
() Sim () Pouco () Não
- 7) Você conhecia as informações aplicadas no minicurso?
() Sim () Pouco () Não
- 8) Qual foi a atividade que você mais gostou? Por quê?
- 9) Se houver cite os pontos positivos e os negativos do minicurso.

ANEXO 3 – Roteiro Experimental 1: Mecânica

Nome: _____ Série EM: _____

Objetivos

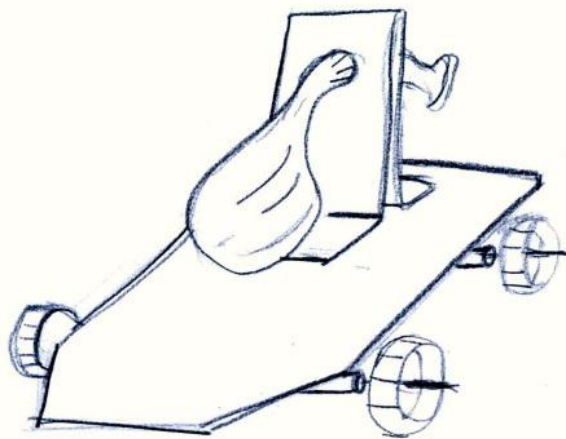
- Compreender conceitos de velocidade, aceleração e o princípio da dinâmica.
- Demonstrar experimentalmente a ação das leis de Newton sobre um carrinho artesanal.

Materiais utilizados

- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| • 4 tampinhas de garrafa pet; | • Prego grande; |
| • 1 balão; | • Martelo; |
| • Papelão; | • Tesoura grande; |
| • 2 palitos de churrasco; | • Trena; |
| • 2 canudos de diâmetro grande; | • Cronometro; |
| • Fita adesiva; | |

Procedimentos Experimentais

- 1) De acordo com a figura ao lado. Recorte um pedaço de papelão de formato retangular de aproximadamente 10 x 15cm, para servir de base, e outro com aproximadamente 30 x 5cm, para servir de haste;
- 2) Dobre o pedaço comprido ao meio, faça duas abas de aproximadamente 3 cm e cole-a na base usando a fita adesiva;
- 3) Fixe os canudos, de forma espaçada, na parte inferior da base usando a fita adesiva. Não deixe o canudo mais curto que a largura do carro, deixe um excesso de meio centímetro em cada ponta;
- 4) Os palitos de churrasco servirão de eixos para as rodas, coloque-os dentro dos canudos fixos na base. Deixe excesso nas pontas;
- 5) Utilizando um prego e um martelo fure o centro de cada tampinha, que servirão de rodas, encaixe-as nas extremidades dos palitos;
- 6) Com a tesoura faça um furo de aproximadamente 1,5 cm de diâmetro na parte superior da haste e passe a ponta do balão por entre ele de forma que o bico fique voltado para a traseira do carro.



Atividade experimental:

- 1) Com a trena meça uma distância de 2 m no piso e marque com fita adesiva. Uma extremidade será a largada e o outro a chegada;
- 2) Faça um lançamento teste do ponto de largada. Para lançar encha o balão, segure a sua ponta, coloque o carrinho no piso e solte. Se houver algum erro no movimento do carrinho verifique se há algum erro na sua execução e corrija;
- 3) Repita o procedimento 3 vezes: Na 1ª encha pouco, na 2ª encha um pouco mais e na 3ª encha o balão o máximo que puder. De posse de um cronômetro, meça o tempo que o carrinho demora a atravessar os 2 m marcados no piso. Faça suas marcações na tabela abaixo:

<i>Medida</i>	<i>Enchimento</i>	<i>Tempo (s)</i>	<i>Velocidade média (m/s)</i>
1	Pouco		
2	Médio		
3	Máximo		

Atividade analítica

- 1) Faça o cálculo da velocidade em cada medição e coloque na tabela.
- 2) Que tipo de força faz o carrinho se movimentar? Faça um desenho esquemático mostrando os vetores (setas) de forças que agem sobre o carrinho.
- 3) Por que depois de certo período ele para de se movimentar?
- 4) Em sua opinião, em uma superfície perfeitamente lisa:
 - a. As rodas do carrinho girariam?
 - b. A trajetória do movimento do carrinho seria a mesma, menor ou maior que essa? Por quê?

ANEXO 4 – Roteiro experimental 2: Dilatação térmica

Nome: _____ Série EM: _____

Objetivos

- Demonstrar experimentalmente a ação da temperatura no comportamento das moléculas;
- Relacionar a temperatura com a pressão, o volume e o estado cinético das moléculas.

Materiais utilizados

- 1 vela curta;
- 1 balão;
- 1 garrafinha PET de 250ml;
- 1 copo de vidro grande;
- 1 embalagem “tetra park”;
- 1 prato fundo;
- 1 jarro de água;
- Suco em pó;
- 2 vasilhames de plástico;
- Água quente e gelada.

Atividade experimental

Parte 1:

- 1) Despeje a água quente em um dos vasilhames de plástico;
- 2) Agora coloque o balão na boca da garrafa (estique um pouco o balão, como se fosse enchê-lo) e coloque no vasilhame com água quente;
- 3) O que aconteceu com o balão? Anote suas observações.
- 4) Coloque a água fria no vasilhame e ponha o balão e a garrafa (conforme foi utilizado na etapa 2) dentro deste.
- 5) E agora, o que aconteceu?



Parte 2:

- 1) Fixe a vela no centro do prato e acenda;
- 2) Faça uma tira fina de aprox. 2x10cm com a embalagem tetra-park. Deixe-a bem reta;
- 3) Segure a sobre a vela a uma distância de 5cm da chama por 20 segundos;
- 4) Varie a posição da tira mexendo-a para frente e para trás de forma que o



calor incida em toda a tira;

5) Ao final observe-a de lado;

6) O que você percebeu de diferente na disposição da tira depois do procedimento?

Parte 3:

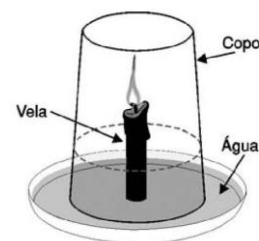
1) Aproveite a chama acesa e parta para o próximo experimento;

2) Prepare uma solução com o suco em pó de forma a criar um líquido colorido;

3) Adicione o líquido no prato com a vela até que esse esteja cheio;

4) Pegue o copo e coloque-o de boca para baixo sobre a vela, de forma a tampá-la;

5) Relate o fenômeno ocorrido.



Atividade analítica:

1) No primeiro experimento, como você explicaria o trabalho do balão? Como a água, quente ou fria, influencia no interior da garrafa?

2) No segundo experimento, por que a curvatura da tira vai só para um lado?

3) No terceiro experimento, como você explicaria o movimento da água dentro do copo? E por que a chama não continua acesa?

4) Você acha que os três experimentos são explicados com a mesma teoria? Justifique.

ANEXO 5 – Roteiro Experimental 3: Ótica geométrica

Nome: _____ Série EM: _____

Objetivos

- Observar a propagação da luz por meio da análise de imagens projetadas na Câmara escura

Materiais utilizados

- 1 lata cilíndrica;
- 1 folha de papel vegetal;
- 1 folha de papel cartão preto;
- Fita adesiva;
- Prego;
- Martel;
- Lupa.

Procedimentos Experimentais

- 1) De acordo com a sequência de figuras ao lado. Com o prego e o martelo faça um pequeno furo central no fundo da lata;
- 2) Na face aberta coloque o papel vegetal o mais esticado possível, prenda as pontas com a fita adesiva na lateral da lata;
- 3) Faça um cilindro com a cartolina de modo que a face preta fique voltada para dentro.
- 4) Fixe o cilindro com a fita adesiva em torno da lata.



Atividade experimental:

- 1) Aponte a câmara para um objeto claro e/ou um objeto luminoso e observe sua imagem projetada no papel vegetal;
- 2) Agora aponte-a para uma lâmpada acesa e observe.



Atividade Analítica:

- 1) Como você vê imagem do objeto dentro da câmara escura?
- 2) A imagem é nítida? O que fazer para melhorar a qualidade desta?
- 3) Você consegue explicar o fenômeno que acontece? Se souber faça-o por meio de um desenho esquemático.